

Ausgabe: Mai 2013 *)

GMBI 2013 S. 654-668 [Nr. 34]

Technische Regeln für Gefahrstoffe	Substitution für Produkte aus Aluminiumsilikatwolle	TRGS 619
---	--	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder.

Sie werden vom

Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)

ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRGS konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs Anforderungen der Gefahrstoffverordnung. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Ermittlung von Substitutionsmöglichkeiten

Literatur

- Anlage 1 Industrielle Hochtemperaturprozesse (z.B. Industrieofen- und Feuerungsbau)
- Anlage 2 Heizungsanlagen
- Anlage 3 Abgasanlagen in Kraftfahrzeugen
- Anlage 4 Temperaturbereiche für die Anwendung von anorganischen künstlichen Mineral- und Hochtemperaturwollen

*) Hinweis: Die TRGS 619 wurde überarbeitet und an den Stand der Technik angepasst. Dies war notwendig geworden, da neu entwickelte Materialien und Produkte in den letzten Jahren die Möglichkeiten für eine Substitution erweitert und ergänzt haben. Dies gilt insbesondere für den Bereich der hoch wärmedämmenden feuerfesten Erzeugnisse.

Die Struktur der TRGS wurde im Wesentlichen beibehalten, dies gilt vor allem auch für die Tabellen der Anlagen 1 bis 3, die dem Anwender detaillierte Hilfestellung bei der Auswahl der Substitute geben. Redaktionelle Schwerpunkte waren die Überarbeitung dieser Anlagen unter Ergänzung von Hinweisen zu ihrer Anwendung sowie eine Neuordnung der Begrifflichkeiten.

Die TRGS 619 wurde außerdem an die aktuelle Gefahrstoffverordnung und an die TRGS 600 „Substitution“ angepasst. Der engen Verbindung der TRGS mit der TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwol-

1 Anwendungsbereich

(1) Diese TRGS erläutert die Möglichkeiten zur Substitution von Produkten aus amorpher Aluminiumsilikatwolle ¹⁾, die im Wesentlichen zur Wärmedämmung im Ofen- und Feuerungsbau, in Heizungsanlagen und in Abgasanlagen in Kraftfahrzeugen insbesondere bei Anwendungstemperaturen oberhalb 900 °C eingesetzt werden.

(2) Diese TRGS betrachtet nicht die folgenden Anwendungsbereiche, in denen Produkte aus Aluminiumsilikatwolle bereits weitgehend substituiert worden sind:

1. Hausgerätetechnik
2. Brandschutz

(3) Glas- und Steinwollen werden zur Wärmedämmung im Bereich bis 600 °C eingesetzt und werden in dieser TRGS nicht weiter behandelt.

(4) Die Substitution hat das Ziel, die Gefährdung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu beseitigen oder auf ein Minimum zu verringern. Sie ist die vorrangige Maßnahme zum Schutz der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. Die in dieser TRGS aufgeführten Substitutionsempfehlungen sind unter Beachtung der in der TRGS 600 „Substitution“ beschriebenen Vorgehensweise erarbeitet worden. Sie sind entsprechend den allgemeinen Bestimmungen der TRGS 600 (insbesondere der Nummer 5 „Entscheidung über die Substitution“) in aller Regel im Betrieb zu befolgen.

(5) Diese TRGS konkretisiert die allgemeinen Aussagen der TRGS 600 im Hinblick auf die Substitution von Aluminiumsilikatwolle.

2 Begriffsbestimmungen

(1) In dieser TRGS sind Begriffe so verwendet, wie sie im „Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)“ des AGS und ABS bestimmt sind ²⁾.

(2) Faserstäube im Sinne dieser TRGS sind Stäube, die aus Produkten freigesetzt werden können, die künstliche Mineralfasern enthalten. Dabei werden Fasern mit einer Länge größer 5 µm, einem Durchmesser kleiner 3 µm und einem Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis, das größer als 3 zu 1 (WHO-Fasern) ist, berücksichtigt.

(3) Hochtemperaturwollen (HTW) ³⁾ sind amorphe Aluminiumsilikat- und AES-Wollen (Hochtemperaturglaswollen) sowie polykristalline Wollen (PCW).

(4) Aluminiumsilikatwolle, früher auch als Keramikfasern (Refractory Ceramic Fiber = RCF) bekannt, sind amorphe Fasern, die durch Schmelzen einer Kombination von Al₂O₃ und SiO₂, üblicherweise im Gewichtsverhältnis 50:50 hergestellt werden (siehe auch VDI 3469 Blatt 1 und 5 sowie TRGS 558). Zusätzlich kann auch ZrO₂ enthalten sein. Produkte aus Aluminiumsilikatwolle werden vorwiegend bei Einsatztemperaturen >

le“ wurde durch entsprechende Angleichungen bzw. Querverweise Rechnung getragen.

¹⁾ CAS-Nr. 142844-00-6; Index-Nummer 650-017-00-8 in Anhang VI Teil 3 Tabelle 3.1 der Verordnung (EG) Nr.1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen.

²⁾ www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Glossar/Begriffsglossar.pdf

³⁾ DIN EN 1094-1 „Feuerfeste Erzeugnisse für Wärmedämmzwecke – Teil 1: Terminologie, Klassifizierung und Prüfverfahren für Erzeugnisse aus Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung“.

900 °C und vor allem in diskontinuierlich arbeitenden Aggregaten und Anwendungsbedingungen verwendet.

(5) AES-Wollen ⁴⁾ (Alkaline Earth Silicate Wools = Hochtemperaturglaswollen bzw. Erdalkalisilikatwollen) bestehen aus amorphen Fasern, die durch Schmelzen einer Kombination von CaO, MgO und SiO₂ hergestellt werden und die für die Hochtemperaturanwendung bestimmt sind. Produkte aus AES-Wollen werden in der Regel bei Einsatztemperaturen bis maximal 1200 °C und bei kontinuierlich arbeitenden Aggregaten sowie im Hausgerätebereich verwendet.

(6) Polykristalline Wollen ⁵⁾ (PCW) bestehen aus Fasern mit einem Al₂O₃-Gehalt > 63 Gew.-% und einem SiO₂-Gehalt < 37 Gew.-%; sie werden im „Sol-Gel-Verfahren“ aus wässrigen Spinnlösungen erzeugt. Die zunächst entstehenden wasserlöslichen Grünfasern (Vorprodukt) werden durch anschließende Wärmebehandlung kristallisiert (siehe auch VDI 3469 Blatt 1 und Blatt 5). Polykristalline Wollen werden in der Regel bei Einsatztemperaturen > 1300 °C und bei kritischen chemischen und physikalischen Anwendungsbedingungen verwendet.

(7) Leichte ⁶⁾ faserfreie feuerfeste Erzeugnisse sind nichtmetallische keramische Werkstoffe. Häufig eingesetzte Materialien sind z.B. Leichtschatotte, Perlit, Vermiculit, Blähton oder Hohlkugelkorund. Dabei wird zwischen ungeformten und geformten Erzeugnissen unterschieden:

1. Ungeformte Erzeugnisse (z.B. Betone, Massen) werden unter Zugabe von Bindemittel durch Gießen, Stampfen oder Spritzen in ihre endgültige Form gebracht und nach dem Einbau temperaturbehandelt. Zu den ungeformten Erzeugnissen gehören auch Mörtel und Kitte.

2. Geformte Erzeugnisse (z.B. Steine, Platten, Formteile) haben eine definierte Geometrie und sind einbaufertig. Sie sind bereits überwiegend temperaturbehandelt.

(8) Leichte faserfreie, durch Zusatz von Porenbildnern hochporosierte feuerfeste Erzeugnisse sind nichtmetallische keramische Werkstoffe. Diese werden entweder durch Aufschäumen oder durch chemisch-thermische Verfahren hergestellt. Hauptbestandteile sind z.B. Aluminiumoxid, Mullit und mikroporöses Calcium-Hexaluminat.

1. Ungeformte, durch Zusatz von Porenbildnern hochporosierte Erzeugnisse (z.B. Betone) werden unter Zugabe von Bindemittel (z.B. Wasser) durch Gießen oder Spritzen in ihre endgültige Form gebracht und nach dem Einbau temperaturbehandelt.

2. Geformte, durch Zusatz von Porenbildnern hochporosierte Erzeugnisse (z.B. Steine, Platten, Formteile) haben eine definierte Geometrie und sind einbaufertig. Sie sind überwiegend temperaturbehandelt.

(9) Faserfreie feuerfeste Schüttmaterialien sind bindemittelfreie nichtmetallische keramische Werkstoffe (z.B. Perlit, Vermiculit, Blähton), die als loses Füllmaterial eingesetzt werden.

⁴⁾ CAS-Nr. 436083-99-7; Index-Nummer 650-016-00-2 in Anhang VI Teil 3 Tabelle 3.1 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen

⁵⁾ CAS-Nr. 675106-31-7

⁶⁾ DIN EN 1094-2 „Feuerfeste Erzeugnisse für Isolationszwecke – Teil 2: Klassifizierung geformter Erzeugnisse“

3 Ermittlung von Substitutionsmöglichkeiten

Grundsätzlich ist zu prüfen, welche Gefährdungen beim Einsatz von feuerfesten Erzeugnissen auftreten können. Die Substitutionslösung muss die Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz insgesamt verringern. Gleichzeitig sollte sie zu keiner Erhöhung anderer Gefährdungen am Arbeitsplatz und zu keiner erhöhten Beeinträchtigung anderer Schutzgüter führen (z.B. Brand- und Explosionsgefahren, Ofendurchbrüche mit Austritt von Schmelze).

3.1 Gefährliche Eigenschaften von Faserstäuben aus Hochtemperaturwollen und sich daraus ergebende Gefährdungen für Beschäftigte

(1) Langgestreckte Partikel haben eine krebserzeugende Wirkung, sofern diese hinreichend lang, dünn und biobeständig sind. Fasern, die den Kriterien unter Nummer 2 Absatz 2 entsprechen, werden als hinreichend lang und dünn beurteilt (kritische Fasern).

(2) Bei Tätigkeiten mit Aluminiumsilikat- und polykristallinen Wollen können Faserstäube mit einem krebserzeugenden Potenzial freigesetzt werden.

(3) Nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft kann ein Krebsrisiko beim Einatmen dieser Faserstäube nicht ausgeschlossen werden. Die freigesetzten Faserstäube werden nach der TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ als krebserzeugend Kategorie 2 ⁷⁾ oder Kategorie 3 ⁸⁾ bewertet.

(4) Hiernach sind Faserstäube aus Aluminiumsilikatwollen (ASW) als krebserzeugend der Kategorie 2 (Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichend Anhaltspunkte zu der Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann) zu bewerten.

(5) Faserstäube aus polykristallinen Wollen (PCW) sind im Sinne der TRGS 905 unter dem Begriff „alle anderen anorganischen Faserstäube“ (Nummer 2.3 Abs. 6 der TRGS 905) als krebserzeugend der Kategorie 3 (Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zu Besorgnis geben, über die jedoch ungenügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen) zu bewerten.

(6) Faserstäube aus AES-Wollen sind nicht als krebserzeugend eingestuft.

(7) Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle beschreibt die TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“.

⁷⁾ Krebserzeugend Kategorie 2 nach Anhang I Nr. 4.2.1 der Richtlinie 67/548/EWG (Stoffrichtlinie) bzw. Kategorie 1B nach Anhang VI Nr. 3.6 der Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP-Verordnung)

⁸⁾ Krebserzeugend Kategorie 3 nach Anhang I Nr. 4.2.1 der Richtlinie 67/548/EWG (Stoffrichtlinie) bzw. Kategorie 2 nach Anhang VI Nr. 3.6 der Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP-Verordnung)

3.2 Grundsätze für die Substitution

(1) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass die durch einen Gefahrstoff bedingte Gefährdung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bei der Arbeit durch die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen beseitigt oder auf ein Mindestmaß verringert wird. Um dieser Verpflichtung nachzukommen, hat der Arbeitgeber bevorzugt eine Substitution durchzuführen.

(2) Insbesondere hat der Arbeitgeber Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu vermeiden oder Gefahrstoffe durch Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse oder Verfahren zu ersetzen, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind. Vorrangig ist bei Produkten aus Aluminiumsilikatwolle zu prüfen, ob eine Substitution technisch möglich ist.

(3) Bei der Auswahl möglicher Substitute sind nach Absatz 1 die Anforderungsprofile zur Substitutionsprüfung gemäß §§ 6 - 9 GefStoffV entsprechend den Anlagen 1, 2 und 3 dieser TRGS heranzuziehen.

(4) Die Prüfung einer Substitution ist im Rahmen einer Gesamtbetrachtung über den gesamten Lebenszyklus der möglichen eingesetzten Produkte durchzuführen. Grundsätzlich ist eine Substitution von Produkten aus Aluminiumsilikatwolle dann durchzuführen, wenn

1. die technischen Eigenschaften (Anwendungstemperaturen, Wärmedämmeigenschaften, Langzeitverhalten und Standzeit) gleichwertig sind und
2. für die Beschäftigten insgesamt geringere gesundheitliche Risiken während des gesamten Lebenszyklus bestehen.

(5) Weitere Abwägungsgründe für den Einsatz von Substitutionslösungen können Kosten, Aspekte des Umweltschutzes und der Energie- und Ressourceneffizienz sein (siehe Anlage 3 der TRGS 600). Es ist jedoch hervorzuheben, dass höhere Kosten einer Ersatzlösung nicht automatisch zur Beurteilung „nicht anzuwenden“ führen. Insbesondere wenn die zu ersetzenden Stoffe eine hohe Gefährdung auslösen, ist der Verringerung der Gefährdung ein hohes Gewicht beizumessen.

(6) Das Ergebnis der Substitutionsprüfung ist in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren und den zuständigen Behörden auf Verlangen mitzuteilen.

3.3 Kriterien für die technische Eignung und für die gesundheitliche Gefährdung von Substituten

3.3.1 Allgemeines

(1) Hochtemperaturprozesse, in denen Produkte aus Aluminiumsilikatwolle verwendet werden, sind in ein und der selben Branche sehr verschiedenartig und oft ganz spezifisch. Daher können Empfehlungen zur Substitution nicht generalisiert werden. Prinzipiell sind die folgenden technischen Parameter zu betrachten:

1. Thermische Eigenschaften,
2. Mechanische Eigenschaften,

3. Chemische und mechanische Beständigkeit,
4. Energie- und Ressourceneffizienz.

(2) Als faserförmige Substitute mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko kommen Produkte in Frage, die keine als krebserzeugend eingestuft Fasern der Kategorie 1 oder 2 enthalten und dabei die Anforderungen hinsichtlich der Einsatztemperatur und sonstigen Anwendungsbedingungen erfüllen (siehe Anforderungsprofile der Anlagen 1 bis 4).

3.3.2 Anwendungstemperatur

(1) Die Auswahl von geeigneten Substituten für Aluminiumsilikatwolle erfolgt in einem ersten Schritt über das Merkmal thermische Eigenschaften (Anlage 4).

(2) Glas- und Mineralwollen werden in der Regel im Temperaturbereich bis 300 °C eingesetzt. Der Temperaturbereich von 300 °C bis ca. 600 °C kann, je nach Anforderung, von Mineralwollen oder von AES-Wollen abgedeckt werden. Von 600 °C bis ca. 900 °C können in der Regel Produkte aus AES-Wollen eingesetzt werden.

(3) Die Möglichkeit, Produkte aus AES-Wollen einzusetzen, verringert sich oberhalb von 900 °C bis ca. 1100 °C auf Grund von anwendungsspezifischen Gegebenheiten. Oberhalb von ca. 1200 °C sind Produkte aus AES-Wollen nicht mehr, Produkte aus Aluminiumsilikatwolle nur noch eingeschränkt einsetzbar.

(4) Produkte aus polykristalliner Wolle (PCW) können in einem Temperaturbereich bis ca. 1650 °C eingesetzt werden.

(5) Leichte faserfreie feuerfeste Erzeugnisse werden als Substitute häufig zwischen 600 °C und 1700 °C, in speziellen Fällen auch bei höheren Temperaturen eingesetzt. Für häufige Temperaturwechsel in der Anwendung sind einige dieser Produkte weniger geeignet. Für den wirtschaftlichen Einsatz kann die Rohdichte, diese liegt bei 400 bis 1500 kg/m³, eine entscheidende Rolle spielen.

3.3.3 Auftreten von silikogenen Stäuben

Faserfreie Feuerfestmaterialien sowie bestimmte Substitute können bereits im Neuzustand kristallines SiO₂ enthalten und bei der Be- und Verarbeitung Quarzfeinstaub freisetzen. Auch bei AES- und Aluminiumsilikatwollen kann sich bei thermischer Belastung oberhalb von 900 °C kristallines SiO₂ bilden, das bei Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten als silikogener Staub freigesetzt werden kann. Tätigkeiten mit Exposition gegenüber kristallinem Siliciumdioxid in Form von Quarz und Cristobalit sind krebserzeugend im Sinne der TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV“. In diesen Fällen ist die TRGS 559 „Mineralischer Staub“ zu beachten.

3.4 Übersicht über die Substitutionsmöglichkeiten

Ob ein Substitut für Aluminiumsilikatwolle technisch möglich ist, kann an Hand der Tabellen in der Anlage 1 „Industrielle Hochtemperaturprozesse (z.B. Industrieofen- und Feuerungsbau)“, der Anlage 2 „Heizungsanlagen“ und der Anlage 3 „Abgasanlagen in

Kraftfahrzeugen“ ermittelt werden. Gegebenenfalls ist es notwendig, den Sachverstand von Herstellern, Lieferanten oder anderen Fachleuten mit Kenntnissen zu Aspekten der Substitutionsprüfung heranzuziehen.

3.5 Vorgehensweise bei der Prüfung von Substitutionsmöglichkeiten

Die Substitutionsprüfung erfolgt anwendungsspezifisch und wird anhand der jeweiligen Tabelle in den Anlagen 1–3 durchgeführt:

1. In der Spalte „Anforderungen für die eigene Anwendung“ ist zunächst festzulegen, ob die dort aufgeführten Kriterien bzw. die technischen Eigenschaften für die eigene betriebliche Anwendung von Bedeutung sind. Die Entscheidung der Bewertung ist für die Nummern 5 bis 7 durch Ankreuzen von „Ja“ bzw. „Nein“ zu dokumentieren.
2. In den Fällen, in denen die Entscheidung „Nein“ (d.h. keine Bedeutung für die eigene Anwendung) getroffen wurde, sind grundsätzlich alle in der Tabelle aufgeführten Materialien geeignet (siehe hierzu z.B. Nummer 7.2 in der Tabelle der Anlage 1 „Kontinuierlicher Betrieb, elektrisch, keine korrosive Ofenatmosphäre“).
3. In den Fällen, in denen die Entscheidung „Ja“ (d.h. Kriterien mit Bedeutung für die eigene Anwendung) getroffen wurde, muss ermittelt werden, welches der aufgeführten Materialien die betrieblichen Anforderungen erfüllen kann.
4. Die Eignung der Materialien hinsichtlich eines der aufgeführten Kriterien kann unterschiedlich sein. Die Angabe von „+“ und „-“-Zeichen in den den Materialien zugeordneten Spalten geben Hinweise auf das Maß der Eignung. Erläuterungen hierzu finden sich in der Legende am Fuß jeder Tabelle.
5. Nachdem in der beschriebenen Art und Weise die Angaben und Bewertungen zu den Kriterien erfolgt sind und eine Gesamtbewertung der Ergebnisse durchgeführt wurde, ist der Nachweis erbracht, ob und wie die Produkte als Aluminiumsilikatwollen ersetzt werden können.
6. Zugleich erhält der Arbeitgeber Hinweise darauf, welche der in der Tabelle aufgeführten Materialien hinsichtlich seiner betrieblichen Anforderungen als Substitute geeignet sein können.
7. Für die Eignung von feuerfesten Erzeugnissen als Substitut sind in der Praxis gegebenenfalls Tests (z.B. an ausgewählten Musterflächen) erforderlich.

Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010
- [2] TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- [3] TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“
- [4] TRGS 559 „Mineralischer Staub“
- [5] TRGS 600 „Substitution“
- [6] TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“
- [7] TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 der GefStoffV“
- [8] ECFIA-Website (Verband der Hersteller und Verarbeiter von Hochtemperaturwolle): www.ecfia.eu und www.ecfia.de
- [9] GESTIS Stoffdatenbank: www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp

Anlage 1 zur TRGS 619 Industrielle Hochtemperaturprozesse (z.B. Industrieofen- und Feuerungsbau)

Anforderungsprofil zur Substitutionsprüfung für Produkte aus Aluminiumsilikatwollen zur Wärmedämmung, insbesondere bei Anwendungstemperaturen oberhalb von 900 °C.

Zunächst sollen für die zu prüfende Anwendung die infrage kommenden Produkte mit ihren technischen Eigenschaften (Produktdatenblatt) mit den Anforderungen in der Tabelle verglichen werden. Die Überprüfung sollte insbesondere in Bezug auf die Kombination der für die eigene Anwendung relevanten Eigenschaften vorgenommen werden. Die Spalte „Leichte feuerfeste Materialien als mögliche Alternative zu Aluminiumsilikatwolle“ zeigt aufgrund der Vielfalt und großen Bandbreite der unterschiedlichen Produktvarianten in den Untergruppen nur eine erste Abschätzung für die Eignung der Produkte als Substitut.

Industrielle Hochtemperaturprozesse (z.B. Industrieofen- und Feuerungsbau)	Bearbeiter:	Datum:
---	-------------	--------

Die in der Tabelle angegebenen Werte sind Erfahrungswerte von Experten

		Leichte feuerfeste Materialien als mögliche Alternative zu Aluminiumsilikatwolle							
	Anforderung für die eigene Anwendung	ungeformt	geformt	hochporosiert, ungeformt	hochporosiert, geformt	Schüttmaterial	AES-Wollen	Polykristalline Wollen	Aluminiumsilikatwollen
1. Begriffsbestimmung⁹⁾	 	(7)1	(7)2	(8)1	(8)2	(9)	(5)	(6)	(4)
2. Anwendungstemperatur [°C]		bis 1500	bis 1600	bis 1500	750-1500	900-1500	bis 1100	bis 1650	bis 1300

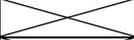
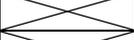
⁹⁾ Die Angaben in dieser Zeile beziehen sich auf die Absätze (4) bis (9) in Nr. 2 dieser TRGS.

3. Wärmeleitfähigkeit 10 [W/mK] bei 800 °C, 1000 °C, 1200 °C		0,56	0,32	0,46	0,27	0,1	0,19	0,18	0,21
		0,68	0,38	0,58	0,33	0,15	0,27	0,22	0,31
		0,86	0,46	0,76	0,41	-	-	0,26	0,44
4. Rohdichte [kg/m³]		400-1500	700-1500	1100	500-1100	150-750	60-300	60-300	60-300
5. Mechanische Festigkeit									
5.1 erforderlich	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+/	-	-	-	-
5.2 Rückfederungsverhalten im:									
a) Neuzustand	Ja/Nein	-	-	-	-	-	+	++	++
b) nach Temperaturbeaufschlagung	Ja/Nein	-	-	-	-	-	-	++	++
c) Dehnungsfugen	Ja/Nein	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich, ggf. Kompensationsstreifen	nicht erforderlich, ggf. Kompensationsstreifen.	nicht erforderlich, ggf. Kompensationsstreifen
5.3 Schwingungen/ Vibrationen	Ja/Nein	-	-	-	-	+	+	++	++
5.4 Gasgeschwindigkeit > 40 m/s 11)	Ja/Nein	++	++	+	+	-	-/+	-/+	+/-
6. Temperaturwechselbeständigkeit	Ja/Nein	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	++	++

10) Die Wärmeleitfähigkeit bei den verschiedenen Feuerfest-Produkten ist im Wesentlichen abhängig von ihrer Dichte.

11) In Abhängigkeit von der Temperatur zu prüfen.

7. Anwendung in Hochtemperatur-öfen									
7.1 Ofenatmosphäre									
- neutral/oxidierend	Ja/Nein	++	++	++	++	++	+	+	+
- reduzierend	Ja/Nein	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-
- Feuchtigkeit/ Kondensat/ Kristallwasser	Ja/Nein	++	++	++	++	+	-/+	+	+
7.2 Kontinuierlicher Betrieb									
- elektrisch, keine korrosive Ofenatmosphäre	Ja/Nein	++	++	++	++	++	++	++	++
- elektrisch, korrosive Ofenatmosphäre	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
- Gas, keine korrosive Ofenatmosphäre	Ja/Nein	++	++	+	+	++	+	++	++
- Gas, korrosive Ofenatmosphäre	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	-/+	+/-	+/-
- Heizöl (EL)	Ja/Nein	+	+	-	-	+/-	+	+	+
- Schweröl	Ja/Nein	+/-	+/-	-	-	+/-	-	-	-
7.3 Diskontinuierlicher Betrieb									
- elektrisch, keine korrosive Ofenatmosphäre	Ja/Nein	+	+	+	+	+	+	++	++
- elektrisch, korrosive Ofenatmosphäre	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	-/+	+/-	+/-
- Gas, keine korrosive	Ja/Nein	+	+	+	+	+	+/-	+	+

Ofenatmosphäre										
- Gas, korrosive Ofenatmosphäre	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	-	+/-	+/-	
- Heizöl (EL)	Ja/Nein	+	+	-	-	+	+/-	+	+	
8. Gefährdungsbeurteilung										
8.1 Einstufung		12 ⁾	12 ⁾	12 ⁾	12 ⁾	12 ⁾	13 ⁾	K 3	K 2 ¹³⁾	
8.2 Staubungsverhalten										
- beim Einbau		hoch	gering	hoch	gering	mittel	mittel	mittel	mittel	
- beim Ausbau		hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	
9. Schutzmaßnahmen		TRGS 559 „Mineralischer Staub“					TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“			
10. Entsorgung		Beachtung der länderspezifischen Regelungen								
Legende: ++ sehr gut geeignet + gut geeignet +/- zumeist gut geeignet -/+ zumeist weniger geeignet - weniger geeignet										

12⁾ Die Materialien können kristallines SiO₂ enthalten, das bei der Be- und Verarbeitung freigesetzt werden kann. Die Zusammensetzung ist im Einzelfall zu prüfen.

13⁾ Möglichkeit der Bildung von kristallinem SiO₂ (Quarz/Cristobalit) oberhalb von 900°C, ggf. Freisetzung bei Instandsetzung und Abbruch.

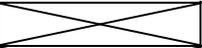
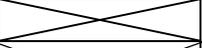
Anlage 2 zu TRGS 619 Heizungsanlagen

- (1) Heizungsanlagen dienen zur Beheizung von Gebäuden, Wohnungen und Einzelräumen. Dabei wird nach Zentralheizungssystemen und Heizungsanlagen als Etageheizung unterschieden.
- (2) Nach DIN EN 12828 besteht eine Warmwasser-Heizungsanlage aus den Bestandteilen
 - Wärmeerzeugungsanlagen,
 - Wärmeverteilungssysteme,
 - Wärmeabgabesystemen,
 - Regelanlagen.
- (3) Die Leistungsklassen der Wärmeerzeugungsanlagen reichen dabei von kleinsten Leistung 4-5 kW bis hin zu größten Leistungen im MW-Bereich für große Wohneinheiten bzw. Krankenhäuser als Einkesselanlagen. Bei den Arten unterscheidet man atmosphärische Brenner und Brenner, die eine Aufbereitung des Brennstoff-/Luft-Gemischs über den Druck oder Zug eines Gebläses erreichen.
- (4) Genormt werden die Gebläseburner nach den europäischen Normen (EN) EN 267 für den Brennstoff Öl bzw. EN 676 für den Brennstoff Gas.
- (5) Bodenstehende Heizkessel für die Brennstoffe Öl, Gas und feste Brennstoffe sind nach den Normenreihen EN 303-1, EN 303-2, EN 303-3, EN 303-5, EN 303-7, EN 12953, EN 14394, EN 15034 und EN 15035, Ölheizöfen mit Verdampfungsbrennern nach der Norm EN 1 genormt.
- (6) Gasheizkessel werden gemäß ihres Anschlusses an die Abgasanlage bzw. der Zuführung der Verbrennungsluft aus dem Raum (raumluftabhängig) oder aus dem Freien (raumluftunabhängig) eingeteilt. Hier werden die Normen EN 297, EN 483, EN 625, EN 656, EN 677 bzw. die EN 15502 angewendet.
- (7) In Heizungsanlagen kommen durch die auftretenden Temperaturen aus Gründen des Arbeits- und Umweltschutzes verschiedenartige Wärmedämmmaterialien zum Einsatz. Im peripheren Bereich einer Heizungsanlage, dort wo eine Wärmedämmung im Niedrigtemperaturbereich (von Raumtemperatur bis 450°C) erforderlich ist, darf keine Aluminiumsilikatwolle eingesetzt werden. Dies gilt insbesondere für die Wärmedämmung von Verrohrungen, Warmwasserspeicher, Dämmung des Außenmantels, Solaranlagen im Bereich der Kollektoren, sowie der außen liegenden Anbauteile. In diesen Bereichen ist Polyurethan bis ca. 90 °C und Glas- und Mineralwolle bis 450 °C einzusetzen.
- (8) Verfahrenstechnisch sind Öffnungen des Brennraumes nach Außen wie z.B. Kesseltür, Revisionsöffnung, Türdichtungen und Brennerflanschdichtung mit Glasfaserprodukten abzudichten.
- (9) Auch zur Wärmedämmung des Abgassammelkastens darf keine Aluminiumsilikatwolle verwendet werden.
- (10) In den Bereichen der Heizungsanlage, in denen ein direkter Flammenkontakt mit der Wärmedämmung erfolgt, ist eine Substitution von Produkten aus Aluminiumsilikatwolle nicht immer möglich, ohne dass die Nutzungsdauer der Anlage beeinträchtigt wird. Ein Austausch der Wärmedämmprodukte beim Endverbraucher ist zu vermeiden.

Anforderungsprofil zur Substitutionsprüfung für Produkte aus Aluminiumsilikatwollen zur Wärmedämmung in Heizungsanlagen

Heizungsanlagen (Öl, Gas und Festbrennstoffe)		Bearbeiter:			Datum:	
	Anforderungen für die eigene Anwendung	Feuerbetone/Steine	Vermiculit Standard + modifiziert	Produkte aus AES-Wollen	Produkte aus Aluminiumsilikatwollen	
1. Begriffsbestimmung ¹⁴⁾		(7)	(9)	(5)	(4)	
2. Anwendungstemperatur [° C]		bis 1600	bis max. 1300	bis 1100	bis 1300	
3. Wärmeleitfähigkeit [W/mK] bei 1000°C		0,38 bis 0,68	0,17 bis 0,25	0,27	0,31	
4. Rohdichte [kg/m ³]		600 bis 1500	400-500	60 bis 300	60 bis 300	
5. Mechanische Eigenschaften						
5.1 Festigkeit	Ja / Nein	+/-	-	-	-	
5.2 Rückfederungsverhalten						
a) Neuzustand	Ja / Nein	-	-	+	++	
b) nach Temperaturbeaufschlagung	Ja / Nein	-	-	-	++	
5.3 Schwingungen Vibrationen	Ja / Nein	-	-	+	++	
5.4 Schalldämmung						
a) Schallabsorption	Ja / Nein	-	-	+	+	
b) Schallisolierung	Ja / Nein	+	+/-	-/+	-/+	
5.5 Gasgeschwindigkeit am Wärmeschutz/Abrasion	Ja / Nein	+	+	-/+	+/-	
6. Thermisches Verhalten						
6.1 Temperaturwechselbeständigkeit	Ja / Nein	-/+	+	+	++	
6.2 Dehnungsfugen	Ja / Nein	erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich, ggf. Kompensationsstreifen	nicht erforderlich, ggf. Kompensationsstreifen	

¹⁴⁾ Die Angaben in dieser Zeile beziehen sich auf die Absätze (4) bis (9) in Nr. 2 dieser TRGS.

7. Anwendung in Heizungsanlagen					
7.1 Ofenatmosphäre					
- neutral/oxidierend	Ja / Nein	++	++	+	+
- reduzierend	Ja / Nein	+	+	+/-	+/-
- Feuchtigkeit/Kondensat/	Ja / Nein	++	+	-/+	+
7.2 Brennstoffeinfluss					
- Gasförmige Brennstoffe	Ja / Nein	+	+	+/-	+
- Öl (Extraleichtöl)	Ja / Nein	+	+	-/+	+
- Öl (Schweröl)	Ja / Nein	+	+	-	-
- Festbrennstoff	Ja / Nein	+	+	-/+	+
8. Gefährdungsbeurteilung					
1.1 Einstufung		15)	15)	16)	K 2 ¹⁶⁾
1.2 Staubungsverhalten					
- im Neuzustand		hoch/gering	mittel	mittel	mittel
- beim Ausbau		hoch	hoch	hoch	hoch
9. Schutzmaßnahmen		TRGS 559 „Mineralischer Staub“		TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“	
10. Entsorgung		Beachtung der länderspezifischen Regelungen			
Legende: ++ sehr gut geeignet + gut geeignet +/- zumeist gut geeignet -/+ zumeist weniger geeignet - weniger geeignet					

15) Die Materialien können kristallines SiO₂ enthalten, das bei der Be- und Verarbeitung freigesetzt werden kann. Die Zusammensetzung ist im Einzelfall zu prüfen.

16) Möglichkeit der Bildung von kristallinem SiO₂ (Quarz/Cristobalit) oberhalb von 900°C, ggf. Freisetzung bei Instandsetzung und Abbruch.

Anlage 3 zu TRGS 619

Abgasanlagen in Kraftfahrzeugen

Anforderungsprofil zur Substitutionsprüfung gemäß § 6–9 GefStoffV
Beschreibung der Aufgaben und der Einsatzbedingungen

(1) Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen stellen heute einen sehr komplexen Bereich dar. Es soll angemerkt werden, dass in vielen Detailbereichen mehrere unterschiedliche Techniken zum Einsatz kommen können, um die gesetzlichen Abgasvorschriften zu erfüllen. Dementsprechend können nur allgemeine Hinweise für den Einsatz von spezifischen Werkstoffen gegeben werden.

(2) Je nach Fahrzeugtype sowie Betriebsweise, Motorart, Motormanagement, geometrischer Anordnung aller Komponenten der Abgasanlage vom Motorraum bis hin zum Abgasendrohr, thermischer, mechanischer und chemischer Randbedingungen kommen unterschiedlichste Abgassysteme zum Einsatz. In den folgenden Ausführungen werden nur auf dem Markt verfügbare Systeme und Werkstoffe betrachtet.

(3) Prinzipiell kann in das sogenannte Hot-End sowie Cold-End unterschieden werden (siehe Systemskizze). Im Bereich Cold-End d.h. vor allem Schalldämpferanlagen ist es möglich, ausschließlich nicht eingestufte Werkstoffe einzusetzen wie z.B. Mineral- oder Glaswolle. Die Anlage 3 der TRGS 619 beschäftigt sich daher nur mit dem Hot-End.

(4) Im Bereich des Hot-End werden zur Abgasreinigung Katalysatoren und Dieselpartikelfilter als metallisches oder keramisches System eingesetzt. Der Anwender muss im Einzelfall entsprechend den gegebenen Kriterien eine Auswahl zwischen den verfügbaren Systemen treffen. Wesentliche der zu bewertenden Kriterien sind in alphabetischer Reihenfolge dargestellt:

- Abgasgegendruck
- Abscheidegrad (Partikel)
- Arbeitsschutzmaßnahmen
- Bauteilfestigkeit
- Chemische und thermische Beständigkeit
- Entwicklungsaufwand
- Formflexibilität
- Gewicht
- Konvertierungsverhalten
- Raumbedarf
- Rezyklierfähigkeit
- Umfeldtemperaturbelastung
- Wirtschaftlichkeit.

(5) Die Lagerung von keramischen Systemen erfolgt mit Lagerungsmatten oder mit einer Kombinationen aus Lagerungsmatten und Metallgestrieken.

(6) Lagerungsmatten für keramische Katalysatoren und Dieselpartikelfilter (Substrate) (Tabelle 3.1) Auf Grund der Notwendigkeit Lagerungsmatten zum Einsatz zu bringen, ist es erforderlich, eine Beurteilung der unterschiedlichen Lagerungsmaterialien nach dem Stand der Technik vorzunehmen.

(7) Bei der Lagerung von keramischen Substraten (Katalysatoren, DPF) sind neben

- Ausschuss für Gefahrstoffe - AGS-Geschäftsführung - BAuA - www.baua.de -

den bereits genannten Parametern vor allem die unterschiedlichen Ausdehnverhalten von Substrat aus Keramik und Gehäuse aus Metall sowie das entsprechende Canningverfahren in Betracht zu ziehen.

(8) Sofern Produkte im Hot-End zwecks Wärmedämmung (Tabelle 3.2) zum Einsatz kommen, sind hierbei nicht nur Temperatur, Vibration und Atmosphäre zu berücksichtigen, sondern vor allem auch das Temperaturprofil in allen Einsatzfällen und -bereichen. Dämmung ist erforderlich, um zum einen die Funktion der emissionsrelevanten Bauteile (Katalysator und Partikelfilter) zu erhalten bzw. zu unterstützen, und zum anderen kann Dämmung erforderlich sein, um umliegende Bauteile vor zu hohen Temperaturen zu schützen. Die Wärmedämmung der Bauteile kann inner- oder außerhalb der gasführenden Elemente erfolgen.

(9) Mögliche Randbedingungen:

- Temperaturen bei Wärmedämmung bis 1100 °C
- Temperaturen bei Lagerungsmatten bis 1150 °C
- Temperaturspitzen bei Lagerungsmatten bis 1200 °C. Absolute Temperaturgradienten von isotherm bis ca. 800 °C über die Mattendicke.
- Vibrationen mit Beschleunigungsspitzen bis zu 120 g (1 g = 9,81 m/s²; Erdbeschleunigung)
- Mechanische Stöße von bis zu 150 g.

(10) Die hier genannten Parameter können grundsätzlich auf alle Systeme angewandt werden, wobei sich jedoch die Bedeutung der einzelnen Parameter von System zu System unterscheiden. Beispiele für Anwendungsbereiche sind:

Benzinmotoren: Motornaher Katalysator (Close-Coupled Catalyst, CCC)

Mittelkatalysator (Toe-Board Catalyst, TBC)

Unterbodenkatalysator (Under-Floor Catalyst, UFC, Under-body Catalyst, UBC)

Dieselmotoren: Dieseloxidationskatalysator (Diesel-Oxidation Catalyst, DOC)

Dieselpartikelfilter (Diesel Particle Filter; DPF)

Selective Catalytic Reduction SCR

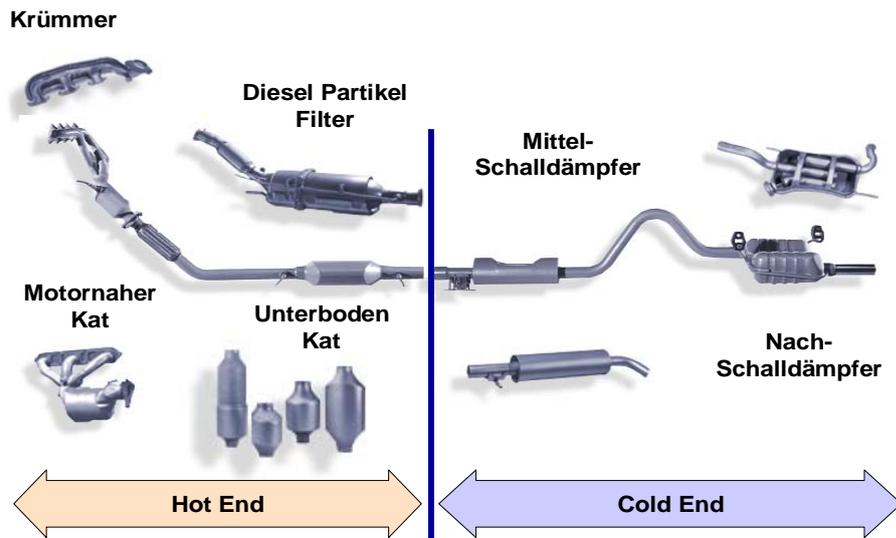
Nutzfahrzeuge: Dieseloxidationskatalysator (Diesel-Oxidation Catalyst, DOC)

Dieselpartikelfilter (Diesel Particle Filter; DPF)

Selective Catalytic Reduction SCR

(11) Diese Abgasnachbehandlungselemente können in Schalldämpfern integriert werden (isotherme Anwendung).

(12) Für Abgasanlagen sind die Werkstoffe so zu wählen, dass der gesamte Lebenszyklus der Anlage überdeckt wird.

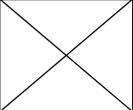
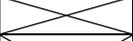
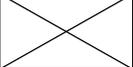
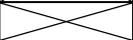


Hot-End und Cold-End einer Abgasanlage

3.1 Auswahlkriterien bei der Anwendung als Lagerungsmatte für keramische Substrate

Bearbeiter:

	Anwendungsbedingungen	Matten mit Fasern ausschließlich $D > 3 \mu\text{m}$ ¹⁸⁾ nicht- quellend, amorph	Quellmatten ¹⁹⁾ auf Basis von AES-Wolle	Quellmatten ¹⁹⁾ auf Basis von Aluminiumsilikatwolle	nicht- quellende Matten auf Basis von polykristalliner Wolle	Nicht- quellende Matten auf Basis von AES-Wolle	nicht- quellende Matten auf Basis von Aluminiumsilikatwolle
1. Begriffsbestimmung ¹⁷⁾		-	(5)	(4)	(6)	(5)	(4)
2. Anwendungstemperatur (max. Oberflächentemperatur der Matte) [°C]		600-800	950	950	1150	1000	1050
3. Wärmeleitfähigkeit [W/mK] ²⁴⁾							
<600°C		0,05 - 0,15	0,05 - 0,20	0,06 - 0,18	0,05 - 0,15	0,05-0,20	0,06 - 0,15
600 - 800°C		n.n.	0,15 - 0,22	0,10 - 0,22	0,10 - 0,18	0,15-0,22	0,12 - 0,20
800 - 1000°C		n.n.	0,17 - 0,27	0,12 - 0,28	0,12 - 0,22	0,17-0,27	0,15 - 0,25
4. Flächengewicht [kg/m²]		n.n.	1,5 - 5,2	1,5 - 7,0	0,9 - 3,0	1,5-4,0	0,9 - 3,0
5. Mechanische Eigenschaften							
5.1 Mechanische Festigkeit:	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+	+/-	+

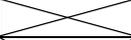
5.2 Rückfederungsverhalten ²⁰⁾	Ja/Nein						
a) beim Einbau	Ja/Nein	+	+/-	+/-	+	+	+
b) im Betrieb	Ja/Nein	+	+/-	+/-	+	+/-	+
5.3 Schwingungen/ Vibrationen	Ja/Nein	+	+/-	+/-	+	+/-	+
6. Thermisches Verhalten							
6.1 Temperaturwechselbeständigkeit	Ja/Nein	+	+	+	++	+	+
6.2 Temperaturbeständigkeit	Ja/Nein	-/+	+/-	+/-	++	+/-	+
7. Anwendung in Abgassystemen							
7.1 Atmosphäre							
a) neutral / oxidierend	Ja/Nein	+	+	+	+	+	+
b) Feuchtigkeit, Kondensat	Ja/Nein	+	+/-	+/-	+	+/-	+
c) Harnstoff ²¹⁾	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
7.2 Thermische Auslegung, Temperaturgradient	Ja/Nein						
a) isotherm	Ja/Nein	+	+/-	+/-	+	+/-	+
b) nicht isotherm	Ja/Nein	+	+	+	+	+	+
c) Niedrigtemperaturbereich < 300°C (Gas) ²²⁾	Ja/Nein	+	-/+	-/+	+	-/+	+
7.3 Wärmedämmung	Ja/Nein	+	+/-	+/-	+	+	+
7.4 Erosionsbeständigkeit	Ja/Nein	+	+/-	+/-	++	+/-	+
7.5 Eignung für Ultradünnwandsubstrate	Ja/Nein	+	-/+	-/+	++	+/-	+
7.6 Permeabilität/ Gasdichtigkeit der Lagerungsmatten		+	+	+	+	+	+
8. Gefährdungsbeurteilung							
8.1 Einstufung		23)	23)	K2 ²³⁾	K3	23)	K2 ²³⁾
8.2 Staubungsverhalten							
- beim Einbau		gering	gering	gering	gering	gering	gering
- beim Ausbau		mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
9. Schutzmaßnahmen		TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle TRGS 559 „Mineralischer Staub“					
10. Entsorgung		Beachtung der länderspezifischen Regelungen					
Legende: ++ sehr gut geeignet + gut geeignet +/- zumeist gut geeignet -/+ zumeist weniger geeignet - weniger geeignet							

- 17) Die Angaben in dieser Zeile beziehen sich auf die Absätze (4) bis (9) in Nr. 2 dieser TRGS
- 18) Fasern mit einem Durchmesser von $> 3 \mu\text{m}$ werden nach WHO-Definition als nicht gesundheitsbedenklich angesehen.
- 19) Quellmatten funktionieren nach dem Prinzip der Volumenvergrößerung von Rohvermiculit durch Temperatureinfluss. Hierzu muss die Matte in einem bestimmten Temperaturbereich betrieben werden. Bei zu niedrigen Temperaturen bläht der Vermiculit nicht, bei zu hohen Temperaturen verschmilzt er.
- 20) Das Rückfederverhalten im Betrieb ist die wesentlichste Eigenschaft; speziell bei einer Lagerungsmatte. Dieses wird maßgeblich von Temperatur sowie Temperaturprofil und -Verlauf, Atmosphäre und relativer Spaltveränderung bestimmt. Nur wenn dieses über einer kritischen Marke gehalten werden kann, ist das System als abgesichert zu betrachten.
- 21) Nicht genügend Langzeiterfahrung vorhanden.
- 22) Bei binderhaltigen Matten (i.d.R. organische Bindersysteme) ist die Anwendung unter Berücksichtigung des Bindersystems und der Einsatztemperatur auszulegen, da durch die Zersetzung des Binders negative Auswirkungen auf die Haltekraft entstehen können.
- 23) Möglichkeit der Bildung von kristallinem SiO_2 (Quarz/Cristobalit) oberhalb von 900°C , ggf. Freisetzung bei Zerlegung.
- 24) Werte sind eine Funktion der Einbaudichte und können im Einzelfall abweichen.

3.2 Auswahlkriterien bei der Anwendung als **Wärmedämmung im Hot-End Bereich**

Bearbeiter:

	Anwendungsbedingungen	Materialien mit Fasern ausschließlich $D > 3 \mu\text{m}^{26)}$ nicht-quellend, amorph	Materialien auf Basis von AES-Wolle	Mikroporöses Silika	Materialien auf Basis polykristalliner Wollen	Materialien auf Basis von Aluminiumsilikatwolle
1. Begriffsbestimmung 25)	X	-	(5)	-	(6)	(4)
2. Anwendungstemperatur (max. Oberflächentemperatur der Wärmedämmung) [° C]		950	1050	1050	1150	1100
3. Wärmeleitfähigkeit [W/mK]³¹⁾ <600°C 600 - 800°C 800 - 1000°C		0,05 - 0,15	0,05 - 0,20 0,15 - 0,22 0,17 - 0,27	0,01	0,05 - 0,15 0,10 - 0,18 0,12 - 0,22	0,06 - 0,18 0,10 - 0,22 0,15 - 0,28
4. Flächengewicht [kg/m²]		n.n.	1,5 - 3,5	n.n.	0,4 - 3,0	0,4 - 3,0
5. Mechanische Eigenschaften						
5.1 Mechanische Festigkeit:	Ja/Nein	+	+	-/+ ²⁷⁾	+	+
5.2 Rückfederungsverhalten im:						
a) beim Einbau	Ja/Nein	+	+/-	-/+ ²⁷⁾	+	+
b) im Betrieb	Ja/Nein	+	+/-	-/+ ²⁷⁾	+	+
5.3 Schwingungen/ Vibrationen²⁸⁾	Ja/Nein	+	+	-/+ ²⁷⁾	+	+
6. Thermisches Verhalten						
6.1 Temperaturwechselbeständigkeit	Ja/Nein	+	+	+	++	+
7. Anwendung in KFZ - Abgassystemen						
7.1 Atmosphäre						
a) neutral / oxidierend	Ja/Nein	+	+	+	+	+
b) Feuchtigkeit Kondensat	Ja/Nein	+	+/-	-/+ ²⁷⁾	+	+
c) Harnstoff ²⁹⁾	Ja/Nein	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
7.2 Wärmedämmung	Ja/Nein	+/-	+	++	+	+
7.3 Erosionsbeständigkeit	Ja/Nein	+	+/-	-/+ ²⁷⁾	++	+
8. Gefährdungsbeurteilung						

8.1 Einstufung		30)	30)	-	K3	K2 ³⁰⁾
8.2 Staubungsverhalten						
- beim Einbau		mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
- beim Ausbau		mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
9. Schutzmaßnahmen		TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“ TRGS 559 „Mineralischer Staub“				
10. Entsorgung		Beachtung der länderspezifischen Regelungen				
Legende: ++ sehr gut geeignet + gut geeignet +/- zumeist gut geeignet -/+ zumeist weniger geeignet - weniger geeignet						

- 25) Die Angaben in dieser Zeile beziehen sich auf die Absätze (4) bis (9) in Nr. 2 dieser TRGS.
- 26) Fasern mit einem Durchmesser von > 3 µm werden nach WHO-Definition als nicht gesundheitsbedenklich angesehen.
- 27) Eigenschaft lässt sich verbessern durch die Kapselung, Verpackung oder andere Maßnahmen.
- 28) Die Beständigkeit gegenüber Vibration und Erosion hängt wesentlich von der Produktform ab und muss im Einzelfall geprüft werden. Gängige Produktformen sind: Matte (genadelt), Filz, Papier, Formteil (mit/ohne organischen Binder), gekapselte Matten/Filze/Papiere sowie Mischwerkstoffe aus nicht klassifizierten Fasern.
- 29) Nicht genügend Langzeiterfahrung vorhanden.
- 30) Möglichkeit der Bildung von kristallinem SiO₂ (Quarz/Cristobalit) oberhalb von 900°C, ggf. Freisetzung bei Zerlegung.
- 31) Werte sind eine Funktion der Einbaudichte und können im Einzelfall abweichen.

Anlage 4 zu TRGS 619
Temperaturbereiche für die Anwendung von anorganischen künstlichen Mineral- und Hochtemperaturwollen in Anlehnung an DIN EN 1094-1.

